

**Матвєєв О.М., Мазанка В.М.**

*студенти;*

**Косогін О.В.**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

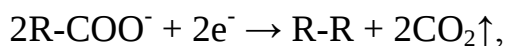
## **МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ**

Проблема викидів діоксиду вуглецю в сьогоденні є досить актуальним питанням. До повітряного середовища на об'єктах комунального господарства, підприємствах харчової промисловості, в замкнених приміщеннях (літаках, субмаринах) висуваються жорсткі вимоги щодо складу та концентрації газів-забрудників. Зокрема, одним із таких газів є діоксид карбону, який утворюється в процесах бродіння і моніторинг його вмісту слугує індикатором закінчення технологічних процесів в деяких галузях харчової промисловості. В комунальному господарстві та в шахтах часто спостерігається концентрування вуглекислого газу в місцях з ускладненим рухом повітря, що може призвести до отруєння робітників під час роботи. Найефективнішими засобами моніторингу навколишнього середовища є амперметричні газові електрохімічні сенсори, які відрізняються низьким енергоспоживанням, високою точністю у вузькому діапазоні концентрацій, високою селективністю та низькою вартістю. Засоби моніторингу мають жорстко встановлені вимоги щодо їхньої роботи, тому з часом амперметричні сенсори потрібно повіряти.

Стандартну газову суміш для перевірки сенсора газоаналізатора можна отримати методами статичного чи динамічного дозування [1]. Статичний метод вимагає наявності громіздкого газобалонного обладнання для приготування еталонних сумішей газів різної концентрації, але він не доцільний для перевірки великої кількості газоаналізаторів через зміну складу газової суміші та неможливість автоматизації процесу. Динамічний метод передбачає приготування еталонної суміші будь-якої концентрації з визначуваного газу та газу-розбавляча, для чого також використовується газобалонне обладнання. Через свою громіздкість та складність таке обладнання використовується вкрай обмежено.

Найбільш простим способом приготування повірочної газової суміші із регульованим вмістом контролюваного газу є використання кулонометричних електрохімічних дозаторів, які вирізняються невеликими розмірами та можливістю створення портативних переносних систем.

Кулонометричний електрохімічний дозатор  $\text{CO}_2$  поки не існує. Але вуглекислий газ можна отримати як побічний продукт електролізу або як основний продукт анодного розкладу карбонових кислот, а саме, використовуючи реакцію Кольбе:



де R – будь-який алкільний радикал [4].

Якщо використати в якості електроліту оксалатову кислоту, можна позбутися від побічного алканового продукту. Підбираючи умови електролізу та електродні матеріали з високою перенапругою виділення кисню, можна створити кулонометричний дозатор, який буде генерувати  $\text{CO}_2$  в широкому діапазоні концентрацій та досить високої чистоти.

Використання як електрода струмопровідного інертного каркасу з титану з нанесеним шаром каталітично активного покриття дозволить забезпечити контрольований перебіг реакції утворення діоксиду карбону окисненням оксалатної кислоти з високим виходом за струмом генерованого газу. Такий тип електроду є легко відтворюваним, технологічним у виконанні та недорогим за рахунок низького вмісту активуючих речовин.

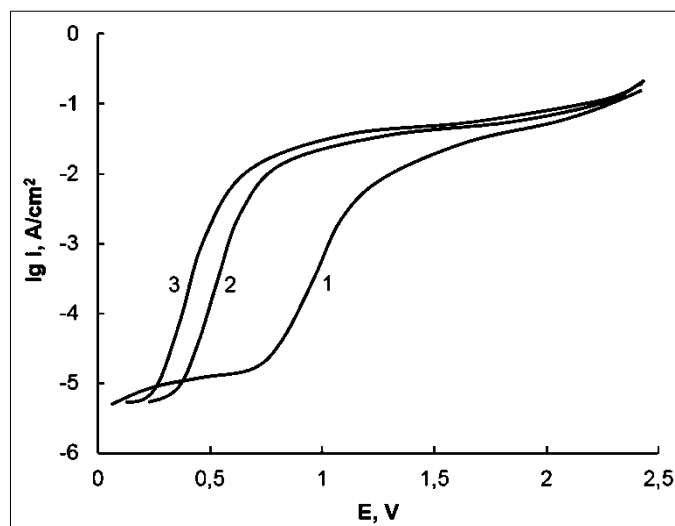
Вибір параметрів кулонометричного електролізера-дозатора проводили на основі аналізу анодних поляризаційних кривих. Поляризаційні криві отримували в потенціодинамічному режимі в трьохелектродній комірці, використовуючи комплекс приладів, який складався з потенціостата ПІ-50-1.1, програматора ПР-8 та двокординатного потенціометра ПДА-1-01. В роботі використовували насичений хлорсрібний електрод порівняння. Потенціали в роботі наведені відносно стандартного водневого електрода.

Електроди виготовляли на титановій основі, на яку термохімічним розкладанням наносили тонкі шари каталітично-активних матеріалів. В роботі використовували порошок титану марки ПТЕМ з розміром зерна 0,05..0,10 мм. Досліджували електроди діаметром 18 і товщиною до 1 мм виготовляли пресуванням порошку титану при зусиллі 360 МПа, що перевищувало межу текучості титану.

Попередніми дослідженнями показано можливість застосування як анодного матеріалу діоксиду свинцю на електропровідній основі, однак на таких матеріалах дуже висока перенапруга перебігу усіх процесів, що призводить до значних енерговитрат при роботі генератора за рахунок підвищеної напруги [3]. Збільшення питомої поверхні електрода шляхом пресування анодно синтезованого діоксиду свинцю з порошком титану дозволило дещо зменшити перенапругу окиснення карбонової кислоти, проте частка струму витрачається на окиснення титанової струмопровідної основи, що зменшує вихід за струмом діоксиду вуглецю [4].

Використання порошоків титану, активованих за рахунок термохімічного розкладу хлоридів оксидом рутенію (IV) або платиною, дозволило реалізувати селективний процес виділення  $\text{CO}_2$  (рис. 1). При цьому на електроді з платинованого титану інтенсивне утворення  $\text{CO}_2$  починається при потенціалах майже на 350 мВ негативніше, ніж для діоксиду рутенію.

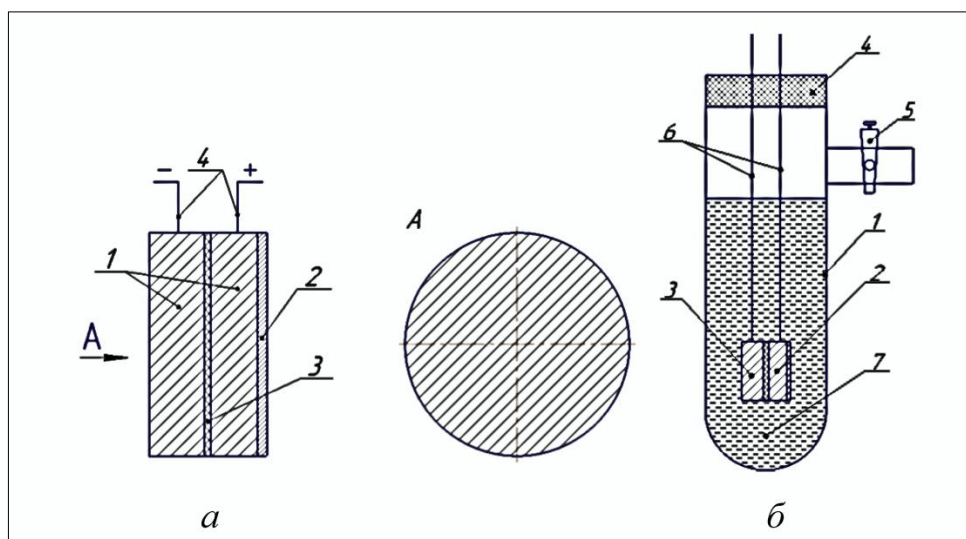
Підвищення енергоефективності процесу генерування  $\text{CO}_2$  можливе при збільшенні електропровідності розчину слабкої карбонової кислоти та селективному підвищенні перенапруги виділення кисню. Показано, що введення сульфат-іонів призводить до зменшення анодного потенціалу утворення  $\text{CO}_2$ , за рахунок чого можна зменшити робочу напругу на комірці на 100 мВ (крива 3, рис. 1).



**Рис. 1. Анодні поляризаційні криві на  $\text{RuO}_2/\text{Ti}$  (1) і  $\text{Pt}/\text{Ti}$  (2, 3) електродах в насиченому розчині  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (1, 2) та з додаванням 0,1 моль/л  $\text{Na}_2\text{SO}_4$**

На основі результатів було розроблено конструкцію кулонометричного дозатора  $\text{CO}_2$ , робоча комірка (рис. 2, а) якого виготовлена пошаровим пресуванням функціональних шарів: катод виготовляли з порошку титану 1, анодом слугував порошок титану 2, активований платиною, напресований на титановий струмопідвід 1. Електроди розділяли за допомогою діафрагми 3 із суміші оксиду силіцію та фторопласту марки ФТ-4. В електродні шари запресовували титанові струмопідводи 4.

Комірку монтували в скляному корпусі 1 (рис. 2, б), герметизованому за допомогою корку 4, і обладнаному запірним кран 5 для відведення газової суміші. Використання даної конструкції дозволило отримувати вуглекислий газ високої чистоти (близько 100 %) із стабільним виходом за струмом 90 %. Побічним процесом є окиснення титанової основи.



**Рис. 2. Схема робочої комірки (а) та кулонометричного генератору (б)**

Позначення: а 1 – титановий порошок; 2 – порошок титану, активований платиною; 3 – роздільна діафрагма; 4 – струмовідводи. б: 1 – корпус; 2 – анод; 3 – катод; 4 – гумовий корок; 5 – запірний кран; 6 – струмовідводи; 7 – розчин електроліту.

Показано можливість створення електрохімічного генератора діоксиду вуглецю, в якому електролітом слугує розчин оксалатної кислоти з додаванням сульфату натрію, а анод виготовлений на титановій основі, на яку термохімічним розкладанням відповідних хлоридів наносили тонкі шари платини. Така конструкція генератора дозволяє отримувати  $\text{CO}_2$  зі стабільним виходом за струмом більше 90 % та чистотою близько 100 %.

### Список використаних джерел:

1. Агасян П. К. Кулонометрический анализ / П. К. Агасян, Т. К. Хамракулов. – М. : Химия, 1984. – 166 с.
2. Свэн Ш. Электрохимические методы получения органических соединений / Под ред. А. Вайсбергера. – М. : Издательство Иностранной литературы, 1951. – 64 с.
3. Матвеев О. М., Мазанка В.М., Косогін О.В. Генератор діоксиду вуглецю для калібрування електрохімічних сенсорів // Перспективні матеріали та процеси в технічній електрохімії: монографія / За заг. ред. В.З. Барсукова. – К.: КНУТД, 2016. – 284 с. – С. 177-181.
4. Mazanka V., Matveev O., Kosohin O. Anode material of coulometric gas generator / Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry: Monograph / editor-in-chief V.Z. Barsukov. Kyiv: KNUTD, 2017. – 270 pages. – P. 152-156.

**Нікітіна М.М.**

*викладач спеціальних дисциплін першої кваліфікаційної категорії,  
Гірничий коледж  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»*

### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАНЕВРНОСТІ САМОСКИДІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КАР'ЄРНОГО АВТОТРАНСПОРТУ**

Сучасний стан видобутку корисних копалин відкритим способом характеризується значним ускладненням гірничотехнічних умов розробки. Загальною тенденцією розвитку відкритих гірничих робіт є збільшення глибини кар'єрів, що призводить до зменшення параметрів робочих площадок.

У зв'язку з цим, технічні характеристики транспортних машин, що експлуатуються, насамперед, величина радіусу повороту при постановці самоскидів під екскаватор, не відповідають новим вимогам, які виникають внаслідок зменшення ширини робочих площадок.

Відомі методи підвищення ефективності роботи кар'єрних самоскидів у стиснених умовах потребують значних фінансових вкладень, які можуть бути окуплені через значний термін.

У той же час, на кар'єрах Криворізького регіону основу технологічного автотранспорту складають самоскиди вантажопідйомністю 120-136 т, у яких нова трансмісія на змінному струмові дозволяє роздільно управляти двигунами відповідного борта.